مجله دانش علف‌های‌هرز

مجله دانش علف‌های‌هرز (۱) ٦ (۱۳۸۸) ۳۱- ۱۹

بررسی اکولوژی جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچهٔ ساق‌ترشک (*Rumex crispus* L.) و کوزه قلیانی (*Silene conoidea* L.)

اسماعیل ابراهیمی[۱]، سید وحید اسلامی[۲]، عباداله مؤیدی شهرکی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مدیریت علف‌های هرز دانشگاه بیرجند، ۲. استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد اگرو اکولوژی دانشگاه بیرجند

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/٤

چکیده

به منظور بررسی اکولوژی جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچهٔ ساق‌ترشک و کوزه قلیانی، آزمایش‌هایی در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در پاییز و زمستان ۱۳۸۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل نور (نور/تاریکی و تاریکی مداوم)، دماهای متناوب شب/روز (۱۰/۵، ۲۰/۱۰، ۲۵/۱۵، ۳۰/۲۰ و ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد)، تنش شوری (صفر (شاهد)، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰، ۱۶۰، ۳۲۰ و ۶۴۰ میلی‌مولار)، تنش خشکی (صفر (شاهد)، ۰/۱- ۰/۲- ۰/۴- ۰/۶- ۰/۸- و ۱- مگاپاسکال)، pH (چهار تا ده) و عمق کشت (صفر تا چهار سانتی‌متر) بودند. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذور ساق‌ترشک، تحت تاثیر شرایط نور/تاریکی و تاریکی مداوم قرار نگرفت. بذور ساق‌ترشک در دامنه وسیعی از دماهای متناوب تست شده در دو رژیم نور/تاریکی و تاریکی مداوم بیش از ۸۵ درصد جوانه زدند و جوانه‌زنی آن در دمای ۱۰/۵ درجه سانتیگراد متوقف شد. بذور علف‌هرز کوزه قلیانی در دامنه دماهای متناوب ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد و پایین‌تر در دو رژیم نور/تاریکی و تاریکی مداوم بیش از ۷۰ درصد جوانه‌زنی داشتند، اما در دماهای بالاتر از ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی به خصوص در شرایط نور/تاریکی کاهش محسوسی داشت. بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی تا شوری ۱۶۰ میلی‌مولار بیش از ۸۵ درصد جوانه‌زنی داشته و جوانه‌زنی آنها در پتانسیل اسمزی ۰/۸- مگاپاسکال به ترتیب ۶۰ و ۹۰ درصد بود. بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی در دامنهٔ pH چهار تا ده حدود ۹۰ درصد جوانه زدند. عمق دفن بذر، سبز شدن گیاهچه‌های ساق‌ترشک و کوزه قلیانی را بطور معنی‌داری کاهش داد، به طوری‌که از عمق بیشتر از سه سانتی‌متر گیاهچه‌ای سبز نشد و حداکثر سبز شدن (به ترتیب ۹۸ و ۷۴/۷ درصد) مربوط به بذوری بود که در سطح خاک در زیر سه لایه کاغذ صافی کشت شدند.

واژه‌های کلیدی: سبز شدن، شوری، خشکی، اسیدیته، عمق کشت.

Corresponding author: eebrahimi82@yahoo.com

مقدمه

جوانه‌زنی بذر یک رویدادی حیاتی در تعیین موفقیّت یک گونه علف‌هرز در یک بوم نظام زراعی است و به وسیله عوامل متعددی از قبیل دما، نور، شوری خاک، رطوبت و pH تنظیم می‌شود (Chachalis & Reddy, 2000; Koger *et al*., 2004).

ساق‌ترشک (*Rumex crispus* L.) گیاهی است علفی، چندساله، ایستا و به ارتفاع ۳۰ تا ۱۲۵ سانتی‌متر که متعلق به تیرهٔ علف هفت بند (Polygonaceae) بوده و با بذر تکثیر می‌شود (Rashed Mohassel *et al*., 2009).

هر چند ساق‌ترشک یک علف‌هرز چندساله است، اما می‌تواند مانند گیاهان یک یا دو ساله نیز رشد کند (Cavers & Harper, 1964). ترشک علیرغم داشتن تکثیر رویشی (پاجوشهای ریشه) (Cavers & Harper, 1964) بیشتر با بذر تکثیر می‌شود (Hongo, 1989). جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچه‌های ترشک غالباً در بهار و اوایل تابستان صورت می‌گیرد (Pay, 2008). تک بوته ترشک قادر به تولید ٤٠٠٠٠ بذر می‌باشد (Cavers & Harper, 1964)، اما حدود ۱۰۰۰۰ بذر تولید می‌کند (Bond *et al*., 2007). بذور این علف‌هرز می‌توانند روی گیاه مادری تا بهار آینده یا حتی تابستان باقی بمانند (Cavers & Harper, 1964) و توسط حیوانات یا آب به مسافت‌های دور پراکنده شوند(Pay, 2008). بذور ترشک در خاک برای حدود ۸۰ سال زنده می‌مانند، بنابراین بانک بذر پایایی را در خاک تشکیل می‌دهند. از سوی دیگر بذوری که از طریق مرگ، پراکنش، شکار یا پوسیدگی از بین می‌روند، می‌تواند ۹۰ درصد بانک بذر را شامل شود (Zaller, 2004). ثابت شده که ساق‌ترشک قادر است بعد از ٤٠ روز، از پاجوش‌های ریشه، گیاه جدیدی تولید نماید (Monaco & Cumbo, 1972). بذور تازه ساق-ترشک خواب ندارند و در معرض نور و دمای ثابت ۱۵ (Samimy & Khan, 1983) و ۲۰ درجه سانتی‌گراد (Le Deunff, 1968) و در دماهای متناوب جوانه‌زنی بالایی داشتند (Baskin & Baskin, 1987; Cavers, 1974; Weaver & Cavers, 1979). بنونوتی و همکاران (Benvenuti *et al*., 2001) گزارش کردند که دمای بهینه برای جوانه‌زنی ترشک پهن‌برگ (*Rumex obtusifolius* L.) بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد در دو رژیم نور یا تاریکی است. همچنین این محققین دریافتند که بذور گونه ترشک پهن‌برگ (*R. obtusifolius*) از عمق بیشتر از هشت سانتی‌متر سبز نشدند.

کوزه قلیانی (*Silene conoidea* L.) به نام‌های فارسی داردیر و صابونک، گیاهی علفی، یکساله، به ارتفاع ۱۰ تا ٤٠ سانتی‌متر، در قسمت پایین بوته دارای پوشش کرکی کوتاه متراکم و به پایین برگشته و در قسمت بالا حاوی پرزهای غده‌ای چسبناک متراکم می‌باشد. این علف‌هرز متعلق به تیره میخک (Caryophyllaceae) است و با بذر تکثیر می‌شود (Shimi & Termah, 2006). رویشگاه آن در مناطق نیمه مرطوب تا نیمه خشک و سرد بوده و برای رشد بهینه نیاز به نور فراوان و دمای بالا دارد (Rashed Mohassel *et al*., 2009). کوزه قلیانی در استانهای شمالی، غربی، شرقی و جنوب ایران انتشار دارد و علف‌هرز مزارع غلات، چغندرقند، سبزی و صیفی، پنبه، دانه‌های روغنی، گیاهان زینتی، علوفه، زعفران، باغات و زیره سبز محسوب می‌شود (Shimi & Termah, 2006). جنس سیلن (*Silene* spp.) حدود ٦٠٠ گونه در مناطق معتدل دنیا دارد که در آسیا، اروپا و آفریقا پراکنده شده‌اند و گونه‌های چند ساله سیلن معمولاً در کوهستانها و گونه‌های یکساله در دشتها یافت می‌شوند که اغلب آنها به عنوان علف‌هرز شناخته می-شوند (Nasir & Ali, 1986). بذرهای کوزه قلیانی از طریق جریان آب، بقایای گیاهی چسبیده به بدن حیوانات، ماشین آلات، کارگران و بذر آلوده محصولات زراعی و مرتعی، به سایر مناطق منتشر می‌شوند (Rashed Mohassel *et al*., 2009). با توجه به اهمیت علف‌هرز کوزه قلیانی اطلاعاتی در رابطه با تاثیر عوامل محیطی بر جوانه‌زنی گونه‌های سیلن در منابع وجود ندارد، هر چند که مطالعاتی بر روی بعضی از گونه‌های تیره میخک انجام شده است. به عنوان مثال به گزارش نورونا

و همکاران (Noronha *et al*., 1997) بذور گندمک (*Stellaria media* (L) Vill) و گوش‌موشی (*Cerastium officinalis* Boung) شش هفته در دمای ۳/۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند که در نور بیش از ۸۹ درصد و در تاریکی ۵۳ درصد جوانه زدند. وانگ و همکاران (Wang *et al*., 2009) مشاهده کردند که جوانه‌زنی بذور (*Urena lobata* L.) در پتانسیل اسمزی پایین‌تر از ۰/۲- مگاپاسکال کاهش یافت و جوانه‌زنی آن تحت تاثیر سطوح مختلف pH (چهار تا نه) قرار نگرفت.

برای بهبود سیستم‌های مدیریت علف‌های هرز، آگاهی از جوانه‌زنی بذر، بقا و سبز شدن گیاهچه‌ها ضروری است (Mennan & Ngouajio, 2006). هدف این پژوهش بررسی تاثیر نور، دما، تنش شوری و خشکی، pH و عمق قرارگیری در خاک بر جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچهٔ دو علف‌هرز ساق-ترشک (*Rumex crispus*) و کوزه قلیانی (*Silene conoidea*) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اکولوژی جوانه‌زنی بذر و ظهور گیاهچهٔ ساق‌ترشک و کوزه قلیانی، پژوهشی در پاییز و زمستان ۱۳۸۸ در آزمایشگاه تحقیقاتی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند اجرا گردید. بذور کوزه قلیانی از مزارع گندم و جو دیم و ساق‌ترشک از باغات شهرستان قوچان در اوایل مرداد ۱۳۸۸ (طول و عرض جغرافیایی: ۵۸ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا:۱۳۰۰متر) جمع‌آوری گردیدند. بذور از روی تعدادی بوته کوزه قلیانی و ساق-ترشک انتخاب و جمع‌آوری گردید، بذور پس از تمیز کردن در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) تا زمان مصرف نگهداری شدند. این آزمایشات سه ماه بعد از برداشت بذور از روی بوته‌های مادری انجام گرفت.

روش عمومی آزمایش‌های جوانه‌زنی

جوانه‌زنی بذور با قرار دادن ۲۰ بذر و سه تکرار در پتری-دیش‌های استریل هفت سانتی‌متری که حاوی کاغذ صافی و پنج میلی‌لیتر آب مقطر یا محلول مورد نظر بود، بررسی شد. جهت جلوگیری از تبخیر شدن آب، پتری‌دیش‌ها به وسیله پارافیلم بسته شدند و به ژرمیناتور در دمای متناوب ۱۵/ ۲۵ درجه سانتی‌گراد (شب/روز) و دورهٔ نوری ۱۲ساعت به مدت ۱٤ روز منتقل شدند. برای ارزیابی تأثیر تاریکی بر جوانه‌زنی بذور، پتریدیش‌ها در دو لایه فویل آلومینیومی پیچیده شدند. بذرهای جوانه‌زده ۲٤ ساعت پس از شروع آزمایش شمارش و تا پایان آزمایش به صورت روزانه یادداشت گردید. معیار جوانه‌زنی، خروج ریشه‌چهٔ قابل رویت بود (Chauhan *et al*., 2006 a). تیمار شاهد در آزمایشات تنش شوری و خشکی و pH درصد جوانه‌زنی به دست آمده در دمای متناوب ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد در رژیم نور/تاریکی می‌باشد.

بررسی نور و دما بر جوانه‌زنی بذر

جوانه‌زنی بذور در ژرمیناتور تحت دماهای متناوب شب/روز (۱۰/۵، ۲۰/۱۰، ۲۵/۱۵، ۳۰/۲۰ و ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد) در دو تیمار نور/تاریکی با دورهٔ نوری ۱۲ ساعته و تاریکی مداوم به مدت ۱٤ روز بررسی گردید. این دماهای متناوب به منظور شبیه‌سازی دامنهٔ تغییرات دمایی در منطقهٔ شمال خراسان در دورهٔ زمانی بهار تا تابستان انتخاب شدند.

بررسی تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی بذر

بررسی شوری روی جوانه‌زنی بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی با استفاده از محلول کلریدسدیم (NaCl) در غلظت‌های صفر (شاهد)، ۱۰، ۲۰، ٤۰، ۸۰، ۱٦۰، ۳۲۰ و ٦٤۰ میلی‌مولار ارزیابی گردید. در پایان این آزمایش به منظور این‌که مشخص شود آیا اثر کلریدسدیم بر جوانه‌زنی به دلیل سمیت یونی بوده یا صرفاً به علت کاهش پتانسیل اسمزی، بذور جوانه نزده مجدداً در آب مقطر قرار داده شده و در ژرمیناتور قرار گرفتند. به منظور اعمال شرایط خشکی محلول‌هایی با پتانسیل اسمزی معادل صفر (شاهد)، ۰/۱-، ۰/۲-، ۰/٤-، ۰/٦-، ۰/۸- و ۱/۰- مگاپاسکال با حل کردن صفر، ۷/۲٤،

۱۱/۲۲، ۱۶/۹۴، ۲۱/۳۶، ۲۵/۱۰ و ۲۸/۴۰ گرم پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر تهیه شدند و بذور در آن قرار گرفتند (Chauhan *et al*., 2006 a).

بررسی pH بر جوانه‌زنی بذر

به منظور بررسی اثر اسیدیته بر جوانه‌زنی بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی با استفاده از محلول‌های بافر با اسیدیته تنظیم شده چهار تا ده طبق روش چاچالیس و ردی (Chachalis & Ready, 2000) استفاده شد. از آب مقطر با pH ۷/۲ به عنوان شاهد استفاده شد.

بررسی عمق کاشت بذر بر ظهور گیاهچه

به منظور بررسی اثر عمق کاشت بذر بر رویش گیاهچهٔ ساق‌ترشک و کوزه قلیانی، یک آزمایش گلدانی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در اتاقک رشد در دمای ۲۵/۱۵ درجه سانتیگراد (شب/روز) و دوره نوری ۱۲ ساعته به مدت ۳۰ روز انجام گرفت. تعداد ۵۰ بذر در هر گلدان در سطح خاک (با استفاده از سه لایه کاغذ صافی روی بذور و بدون پوشش کاغذ صافی)، و اعماق نیم، یک، دو، سه، و چهار سانتی‌متری کاشته شد و رطوبت گلدان‌ها در حد ظرفیت نگهداری آب گلدان حفظ شد. گلدان‌ها به طور روزانه مورد بازدید قرار گرفته و هر روز گیاهان سبز شده پس از شمارش از سطح خاک قطع شد. معیار سبز شدن، ظهور گیاهچه‌های ساق‌ترشک و کوزه قلیانی در سطح خاک بود.

تجزیه آماری

تمام آزمایشات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردیدند. هر تکرار در یک قفسهٔ جداگانه در ژرمیناتور قرار داده و به عنوان یک بلوک در نظر گرفته شد. آزمایش تاثیر نور و دما به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گردید. مقادیر جوانه‌زنی در غلظت‌های مختلف شوری و پتانسیل اسمزی با استفاده از یک مدل لجستیک سه پارامتری (Chauhan *et al*., 2006 a) توسط نرم‌افزار Sigma Plot 11.0 برازش داده شدند. مدل لجستیک مذکور عبارت بود از:

$$G\ (\%)= G_{max}/\{1+ (x/x_{50})^{G\ rate}\} \qquad (۱)$$

دراین معادله G درصد جوانه‌زنی در غلظت‌های مختلف شوری و پتانسیل اسمزی (x)، G_{max} حداکثر درصد جوانه‌زنی، x_{50} غلظت کلرور سدیم و یا PEG لازم جهت ۵۰ درصد بازدارندگی (حداکثر جوانه‌زنی) و G_{rate} نشانگر شیب مدل می‌باشد.

از نرم‌افزار Genstat 9th جهت تجزیه واریانس استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵٪ صورت گرفت. داده‌های مربوط به درصد سبز شدن گیاهچه‌ها از اعماق مختلف خاک با یک مدل سیگموئیدی کاهشی (Chauhan & Johnson, 2008) برازش داده شدند:

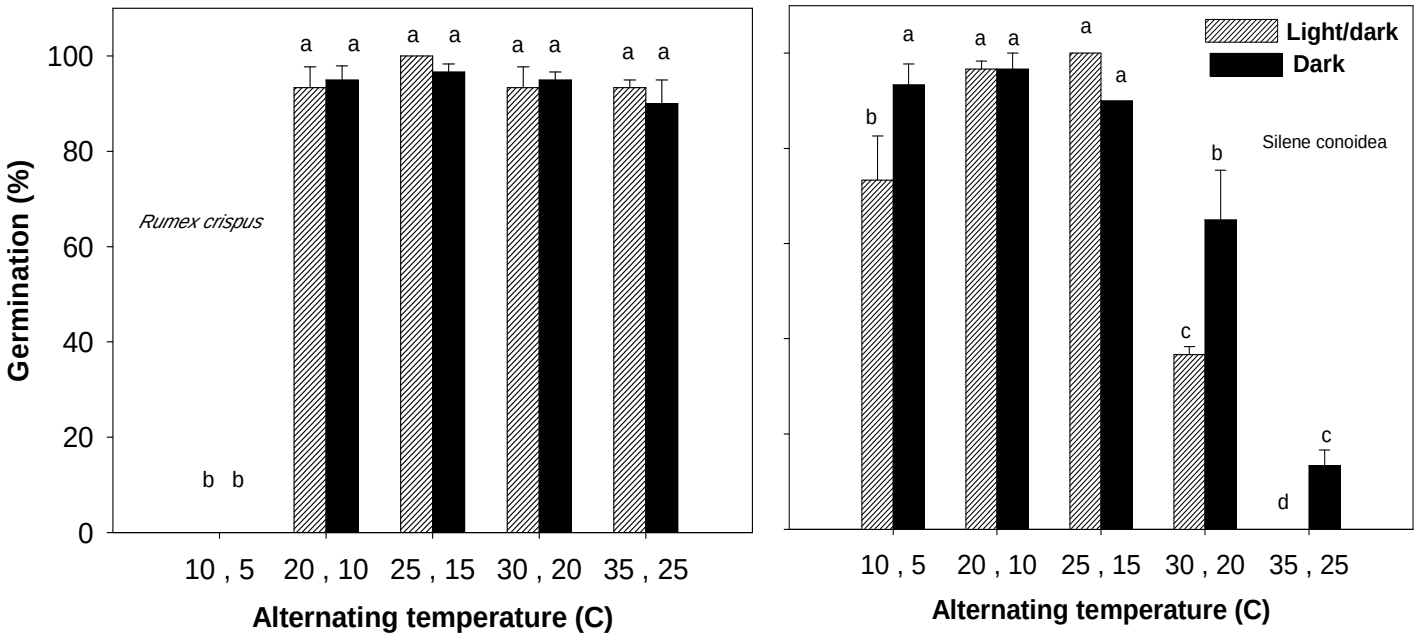
$$E(\%) = E_{max}/(\exp(-(x-x_{50})/ E_{rate})) \qquad (۲)$$

در این مدل E درصد سبزشدن گیاهچه از عمق کاشت x ، E_{max} حداکثر درصد سبز شدن گیاهچه، x_{50} نشان‌دهندهٔ عمق کاشتی است که باعث کاهش ۵۰ درصدی سبز شدن بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی می‌گردد و E_{rate} شیب مدل را نشان می‌دهد.

نتایج و بحث

تاثیر دما و نور بر جوانه‌زنی بذر

اثر دماهای مختلف بر جوانه‌زنی بذور ساق‌ترشک در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، در حالیکه اثر نور و اثر متقابل نور و دما معنی‌دار نبود. در دمای متناوب ۱۰/۵ درجه سانتیگراد (شب/روز) در شرایط نور/تاریکی و تاریکی مداوم بذری جوانه نزد و بیشترین جوانه‌زنی در دمای متناوب ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در شرایط نور/تاریکی (۱۰۰٪) و تاریکی مداوم (۹۶/۷٪) بود (شکل ۱). بنونوتی و همکاران (Benvenuti *et al*., 2001) گزارش کردند که حداکثر جوانه‌زنی گونه ترشک پهن‌برگ (*R. obtusifolius*) بین دمای ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد در دو رژیم نور یا تاریکی صورت گرفت.



شکل ۱- تاثیر دماهای متناوب (روز/شب) بر جوانه‌زنی بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی ؛ ستون‌های فاقد حرف مشترک دارای اختلاف معنی-دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵٪ می‌باشند. خطوط عمودی نشانگر خطای استاندارد می‌باشند.

Figure 1. Effect of alternating temperatures (day/night) on germination of curly dock and cone catchfly seeds; vertical bars without similar words represent significant difference based on $LSD_{5\%}$. Vertical bars represent standard error.

جوانه‌زنی بذور برخی از گونه‌ها در نور و تاریکی یکسان می-باشد (Teuton *et al*., 2004). عدم واکنش جوانه‌زنی بذور ساق-ترشک به نور نشان‌دهنده این است که بذور این گونه علف-هرز فاقد خاصیت فتوبلاستیک هستند و قادرند که بعد از دفن در خاک یا در زیر بقایای گیاهی یا بعد از بسته شدن کانوپی گیاهان زراعی جوانه بزنند.

هنگامی که بذور ساق‌ترشک بلافاصله بعد از برداشت از روی بوته‌های مادری در دمای ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند، بیش از ۹۰ درصد جوانه زدند، که موید این است که بذور ساق‌ترشک فاقد خواب اولیه هستند و بانک بذر خاک می‌تواند به وسیله راهکار بستر بذر کاذب قبل از استقرار گیاهان زراعی تخلیه شود. باسکین و باسکین (Baskin & Baskin, 1985) نیز گزارش کردند بذور تازه برداشت شده ساق‌ترشک در دمای ۱۵/٦ درجه سانتی‌گراد ٤٥ درصد جوانه-زنی داشتند، در حالیکه در دماهای بالاتر ۷۷ تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی مشاهده شد.

تأثیر دماهای متناوب شب/روز (۱۰/۵، ۲۰/۱۰، ۲۵/۱۵، ۳۰/۲۰ و ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد) و شرایط نوری (نور/تاریکی و تاریکی مداوم) بر جوانه‌زنی بذور کوزه قلیانی در سطح ۱٪ معنی‌دار و اثر متقابل دما و شرایط نوری در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. حداکثر (۱۰۰ و ۹۰ درصد) جوانه‌زنی در دمای متناوب ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب مربوط به تیمار نور/تاریکی و تاریکی مداوم بود (شکل ۱). در دماهای ۲۰/۱۰ و ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی بذور کوزه قلیانی تحت تاثیر شرایط نوری قرار نگرفت، در حالیکه در دماهای ۱۰/۵، ۳۰/۲۰ و ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی در شرایط نور/ تاریکی نسبت به شرایط تاریکی به طور معنی‌داری پایین‌تر بود (شکل ۱). این نتایج نشان می‌دهد که نور عامل بازدارنده جوانه‌زنی بذور کوزه قلیانی در دمای بالاتر و پایین‌تر از دمای

بهینه ۲۵/۱۵ و ۲۰/۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد، به طوری‌که جوانه‌زنی در شرایط نور/تاریکی در دمای ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد صورت نگرفت، در حالیکه در این دما در تاریکی مداوم ۱۳/۳۳ درصد جوانه‌زنی صورت گرفت (شکل ۱). این نتایج اشاره به این نکته دارد که بذور کوزه قلیانی ممکن است مانند سایر بذوری که دارای خاصیت فتوبلاستیک منفی هستند (که در آن‌ها فیتوکروم غیر فعال پس از رسیدگی در بذر باقی می‌ماند)، در صورت آبگیری (جذب آب) در تاریکی بهتر جوانه بزنند (Rollin, 1972). همچنین در دماهای بالاتر و پایین‌تر از دمای مطلوب امکان تبدیل فیتوکروم فعال (P_{fr}) به نوع غیر فعال (P_r) وجود دارد که مانع جوانه‌زنی بذور در صورت وجود نور می‌شود.

عدم جوانه‌زنی بذور علف‌های هرزی نظیر تربچه وحشی (*Raphanus raphanistrum* L.) (Cheam & Code, 1995) و بی‌تی‌راخ (*Galium tricornatum* Dandy.) (Chauhan *et al*., 2006 b) در نور گزارش شده است. حداکثر جوانه‌زنی ساق‌ترشک و کوزه قلیانی در دمای ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت که با توجه به منشأ این دو علف‌هرز از مناطق معتدل، دور از انتظار نبود. در دمای بالاتر از ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی بذور کوزه قلیانی کاهش یافت که دلالت بر این دارد که بذور کوزه قلیانی در دماهای پایین‌تر جوانه می‌زنند و در نتیجه پراکنش این گونه ممکن است محدود به مناطق معتدل شود. حفظ قابلیت جوانه‌زنی بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی در دامنه دماهای بررسی شده نشان می‌دهد که این دو گونه علف‌هرز بر حسب وضعیت خواب و رطوبت خاک می‌توانند در شرایط دمایی متفاوت بهار و اوایل تابستان به خوبی جوانه بزنند. چنین سازگاری وسیعی به دما ممکن است فرصت‌هایی را برای تولید بذر بیشتر برای ساق‌ترشک و کوزه قلیانی فراهم آورد.

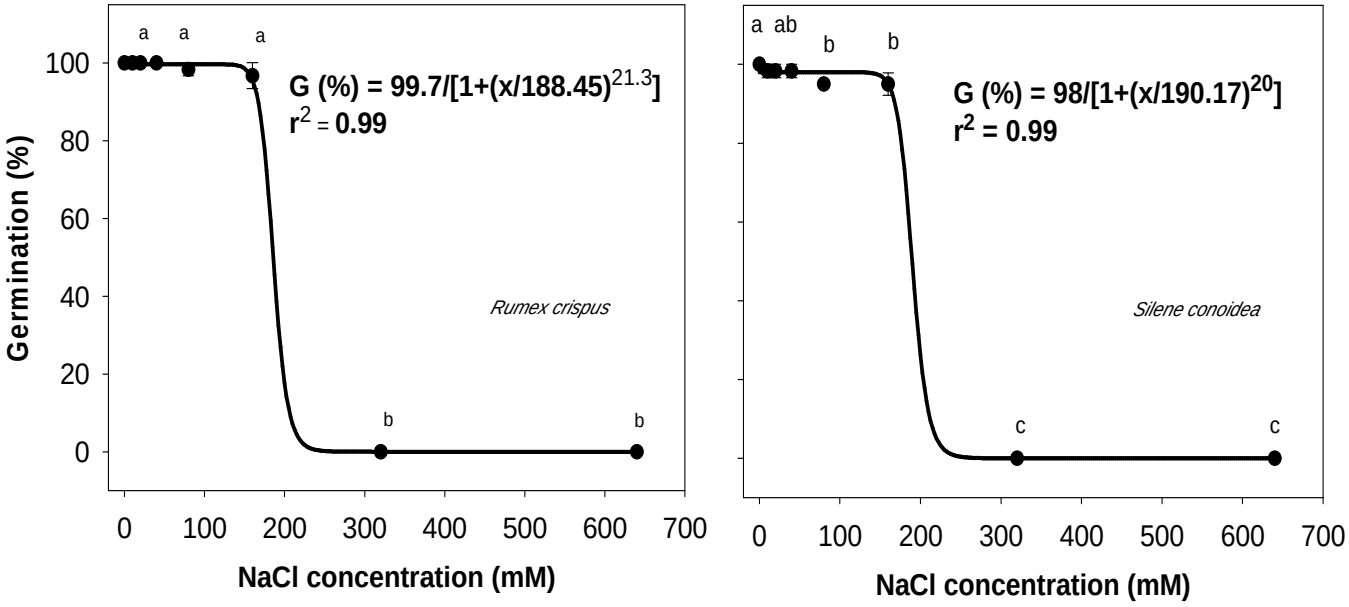
هنگامی‌که بذور جوانه نزده کوزه قلیانی در دمای ۳۵/۲۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط نور/تاریکی، به دمای ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط نور/تاریکی منتقل شدند، بیش از ۹۰ درصد جوانه زدند که مؤید عدم القای خواب ثانویه در بذور کوزه قلیانی در دماهای نامطلوب است.

تاثیر تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی بذر

جوانه‌زنی بذور ساق‌ترشک در غلظت صفر تا ۱٦۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بیش از ۹۵ درصد بود اما با افزایش غلظت نمک، جوانه‌زنی به شدت کاهش یافت، به طوری‌که در غلظت ۳۲۰ و٦٤۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی متوقف شد (شکل ۲). مدل برازش داده شده، غلظتی از نمک کلریدسدیم را که برای کاهش ۵۰ درصدی حداکثر جوانه‌زنی نیاز بود ۱۸۸/٤۵ میلی-مولار برآورد نمود. در مطالعه‌ای عدم جوانه‌زنی بذور گونه (*Synedrella nodiflora* L.) Gaertn در غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار توسط (Chauhan & Johnson, 2009) گزارش گردید.

جوانه‌زنی بذور کوزه قلیانی تا غلظت ۱٦۰میلی‌مولار کلریدسدیم تحت تاثیر شوری قرار نگرفت و با افزایش غلظت شوری جوانه‌زنی کاهش محسوسی یافت (بیشتر از ۸۰ درصد)، به طوری‌که در غلظت‌های ۳۲۰ و ٦٤۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی متوقف شد (شکل۲). مدل برازش داده شده، غلظتی از نمک کلریدسدیم را که برای کاهش ۵۰ درصدی حداکثر جوانه‌زنی کوزه قلیانی لازم بود را ۱۹۰/۱۷ میلی‌مولار برآورد نمود. در مطالعه‌ای مشابه جوانه‌زنی بذور شیر تیغک (*Sonchus oleraceus* L.) در غلظت ٤۰ میلی‌مولار بیشتر از ۹۰ درصد بود ولی در غلظت ۱٦۰ میلی‌مولار ۷/۵ درصد جوانه‌زنی صورت گرفت، و در غلظت ۳۲۰ میلی‌مولار جوانه‌زنی متوقف شد (Chauhan *et al*., 2006 a). در این پژوهش بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی که در غلظت ٦٤۰ میلی‌مولار جوانه نزده بودند و به آب مقطر منتقل شدند (آزمایش بازیابی) به ترتیب ۹۵±۲/۸۸ و ۹۸±۱/٦۷ درصد جوانه زدند، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که عدم جوانه‌زنی بذور در این غلظت، به دلیل سمیت یونی نبوده و صرفاً اثر منفی آن بر جوانه‌زنی، کاهش شدید پتانسیل اسمزی بود. خاکهای با شوری ٤۰ تا ۱۰۰ میلی‌مولار (تقریباً هدایت الکتریکی چهار تا ده میلی‌موس بر سانتی‌متر) جزو خاکهای با شوری متوسط محسوب می‌شوند

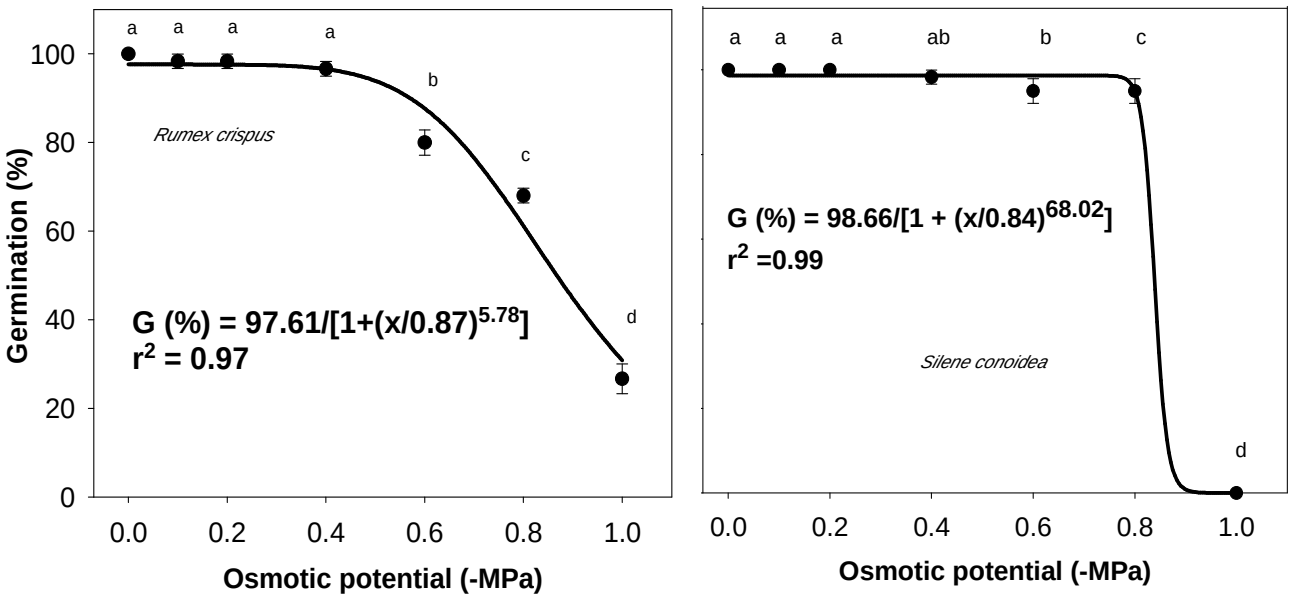
(Tanji & Kieln, 2002). اطلاعات این پژوهش نشان‌دهندهٔ این است که بخشی از بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی می‌توانند در چنین شوری خاکی جوانه بزنند و در این مناطق به عنوان یک علف‌هرز مهم برای گیاهان زراعی قلمداد شوند.



شکل۲. تاثیر غلظت کلریدسدیم بر جوانه‌زنی بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی در دمای ۲۵/۱۵ درجه سانتی‌گراد روشنایی/تاریکی با دوره نوری ۱۲ ساعت؛ خط رسم شده نمایانگر مدل لجستیک سه‌پارامتری برازش داده شده به داده‌هاست.

Figure 2. Effect of NaCl concentrations on germination of curly dock and cone catchfly seeds incubated at 25/15C light/dark with 12-h photoperiod; line represents the functional three-parameter logistic model fitted to the data.

جوانه‌زنی ساق‌ترشک در پتانسیل اسمزی صفر ۱۰۰ درصد و حتی در پتانسیل اسمزی ۰/٦- مگاپاسکال در حدود ۸۰ درصد بود (شکل ۳). کاهش بیشتر پتانسیل اسمزی موجب کاهش قابلیت جوانه‌زنی ساق‌ترشک شد، به طوری‌که در پتانسیل اسمزی ۱- مگاپاسکال به ۲٦/٦ درصد کاهش یافت. مدل برازش داده شده، پتانسیل اسمزی که برای کاهش ۵۰ درصدی حداکثر جوانه‌زنی نیاز بود را ۰/۸۷- مگاپاسکال برآورد نمود. نتایج این تحقیق حاکی از سطح بالایی از مقاومت به خشکی در این گونه علف‌هرز است، زیرا که در تحقیقی مشابه روی علف‌هرز بادبُر (*Ceratocarpus arenarius* L.) که گونه‌ای مقاوم به خشکی است، مشاهده شد که جوانه‌زنی آن در پتانسیل اسمزی ۱- مگاپاسکال در حدود ۲۵ درصد بود (Ebrahimi *et al*., 2009)، در حالیکه علف‌هرز ساق‌ترشک در پتانسیل اسمزی ۱- مگاپاسکال حدود ۲٦/٦ درصد جوانه‌زنی داشت. جوانه‌زنی کوزه قلیانی در دامنهٔ پتانسیل اسمزی صفر تا ۰/۸- مگاپاسکال تحت تاثیر تنش خشکی قرار نگرفت و در این دامنه از پتانسیل اسمزی بیش از ۹۰ درصد جوانه‌زنی اتفاق افتاد و در پتانسیل اسمزی ۱- مگاپاسکال جوانه‌زنی متوقف گردید.



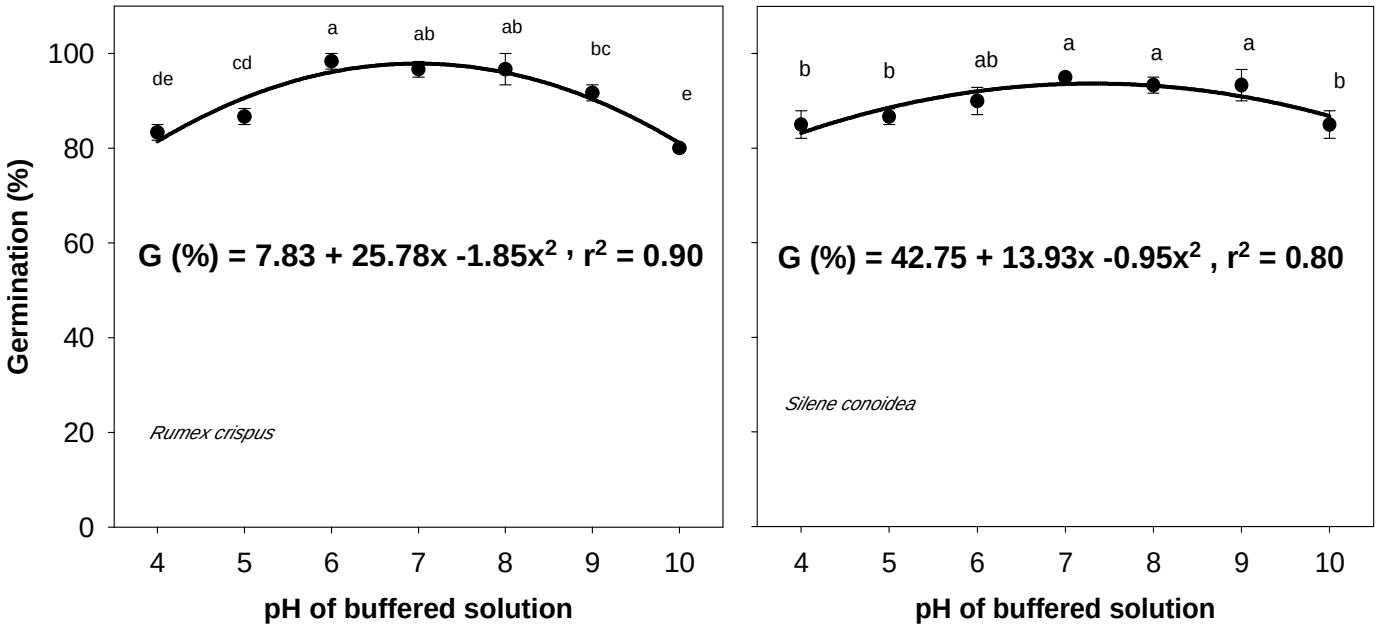
شکل۳. تاثیر پتانسیل اسمزی بر جوانه‌زنی بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی در دمای ۲۵/۱۵ درجه سانتیگراد روشنایی/تاریکی با دوره نوری ۱۲ ساعت؛ خط رسم شده نمایانگر مدل لجستیک سه‌پارامتری برازش داده شده به داده‌هاست.

Figure 3. Effect of osmotic potentials on germination of curly dock and cone catchfly seeds incubated at 25/15C light/dark with 12-h photoperiod; line represents the functional three-parameter logistic model fitted to the data.

مدل برازش داده شده، پتانسیل اسمزی که برای کاهش ۵۰ درصدی حداکثر جوانه‌زنی نیاز بود را ۰/۸٤- مگاپاسکال برآورد نمود. آب قابل دسترس گیاهان در خاک در محدودهٔ ظرفیت مزرعه (۰/۰۳- مگاپاسکال) و نقطهٔ پژمردگی دائمی (۱/۵- مگاپاسکال) قرار دارد (Miller & Donahue, 2004). نتایج این تحقیق حاکی از سطح بالایی از مقاومت به خشکی در کوزه قلیانی است و با توجه به منشأ جمع‌آوری بذور این گونه از مزارع دیم می‌توان بیان داشت که بذور کوزه قلیانی می‌توانند در اوایل بهار و تابستان و یا اوایل پاییز از حداقل رطوبت موجود در خاک جوانه‌زده و در مزارع به خصوص در دیم‌زارها به سرعت غالب شوند.

تاثیر pH بر جوانه‌زنی بذر

حداکثر درصد جوانه‌زنی ساق‌ترشک (۹۸/۳ درصد) در pH شش و حداقل آن (۸۰ درصد) در pH ده مشاهده گردید، در حالیکه حداکثر درصد جوانه‌زنی کوزه قلیانی (۹۵ درصد) در pH هفت و حداقل آن (۸۵ درصد) در pH چهار و ده مشاهده شد (شکل ٤). بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی توانستند در دامنهٔ pH چهار تا ده حدود ۹۰ درصد جوانه بزنند. به طور کلی، گیاهان می‌توانند دامنهٔ pH محیط، در محدودهٔ چهار تا هشت را تحمل کنند (Arnon & Johnson, 1942). جوانه‌زنی گونه (*Campsis radicans* (L.) Seem ex Bureau) در دامنهٔ وسیعی از pH توسط (Chachalis & Reddy, 2000) گزارش شده است. جوانه‌زنی بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی در دامنهٔ وسیعی از محلول pH موید این نکته است که pH خاک نمی‌تواند عامل محدود کننده‌ای برای جوانه‌زنی بذور این دو گونه علف‌هرز باشد.



شکل٤. تاثیر محلول pH روی جوانه‌زنی بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی در دمای ۲۵/۱۵ درجه سانتیگراد روشنایی/تاریکی با دوره نوری ۱۲ ساعت؛ خط رسم شده نمایانگر مدل درجه دو برازش داده شده به داده‌هاست.

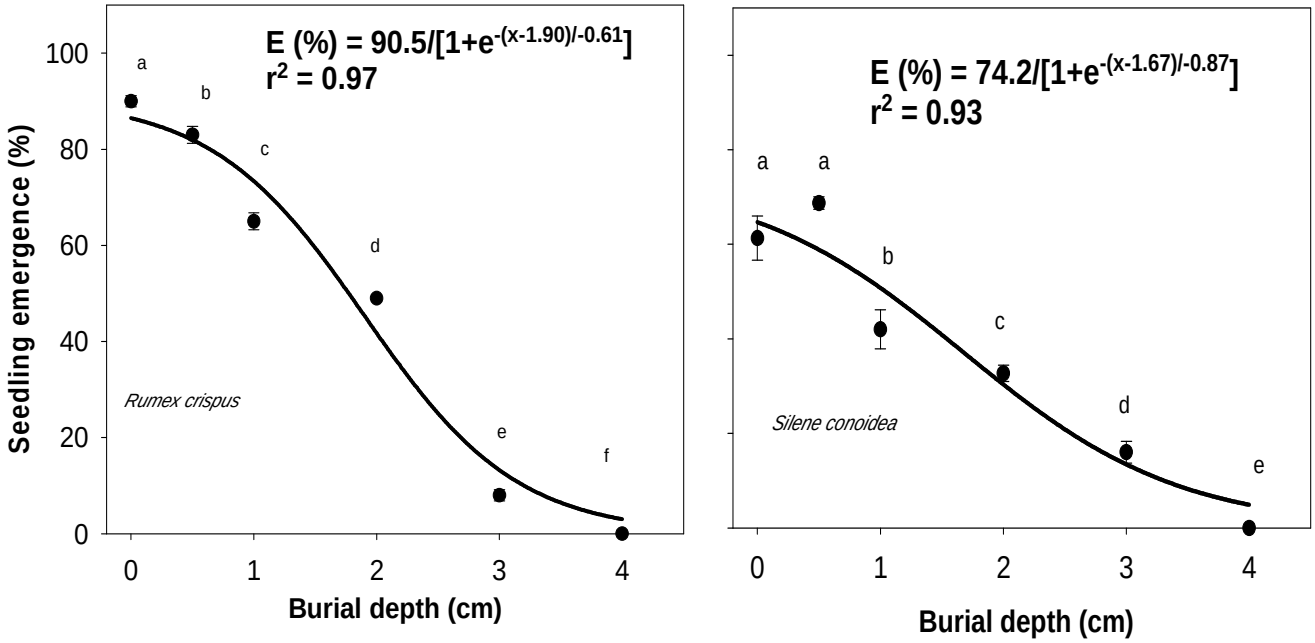
Figure 4. Effect of bufferd pH solutions on germination of curly dock and cone catchfly seeds incubated at 25/15C light/dark with 12-h photoperiod; line represents a quadratic model fitted to the data.

تأثیر عمق کشت بذر بر ظهور گیاهچه

گیاهچه‌های ساق‌ترشک در عمق صفر (بدون پوشش با کاغذ صافی) و ۰/۵ سانتی‌متری کشت بذر، به ترتیب ۹۰ و ۸۳/۳ درصد سبز شدند و در عمق سه سانتی‌متری تنها هشت درصد گیاهچه‌ها سبز شدند، اما در عمق چهار سانتی‌متری هیچ گیاهچه‌ای سبز نشد. بر اساس برآورد مدل برازش شده، عمقی که مانع ۵۰ درصد حداکثر سبز شدن گیاهچه‌های ساق-ترشک گردید ۱/۹۰ سانتی‌متر تعیین شد (شکل ۵). وزن هزار دانه کوزه قلیانی ۱/۱۳±۰/۰۱۸ و وزن هزار دانه ساق‌ترشک ۲/۱۹±۰/۰۲ گرم تعیین گردید.

گیاهچه‌های کوزه قلیانی در عمق صفر (بدون پوشش با کاغذ صافی) و ۰/۵ سانتی‌متری کشت بذر به ترتیب ٦١/٣ و ٦٨/٧ درصد سبز شدند و در عمق سه سانتی‌متری ١٦ درصد سبز شدن مشاهده گردید، اما در عمق چهار سانتی‌متری باز هم گیاهچه‌ای سبز نشد (شکل ۵). با استفاده از مدل برازش شده، عمق بازدارندهٔ ۵۰ درصد حداکثر سبز شدن گیاهچه‌های کوزه قلیانی، ١/٦٧ سانتی‌متر تعیین گردید. بازیابی مجدد بذور ساق‌ترشک که در عمق چهار سانتی‌متری کشت شده بودند نشان داد که هیچ‌کدام از بذور سالم باقی نمانده و از بین رفته بودند. این نکته نشان می‌دهد که بذور دفن شده در این عمق خاک دچار جوانه‌زنی مرگبار شده و نتوانسته‌اند به دلیل اتمام ذخیره غذایی بذر به سطح خاک برسند. اما آزمایش بازیابی بذور کوزه قلیانی که در عمق چهار سانتی‌متری کشت شده بودند منجر به ١/٧٦±٥٩ درصد جوانه‌زنی گردید، که دلالت بر این دارد که بذور دفن شده در این عمق وارد خواب اجباری شده و به محض قرار گرفتن در سطح خاک به آسانی جوانه می‌زنند. کاهش سبز شدن گیاهچه به دلیل افزایش عمق در چند گونه علف‌هرز گزارش شده است؛ به عنوان مثال بنونوتی و همکاران (Benvenuti *et al*., 2001) گزارش کردند که گیاهچه‌های گونه ترشک پهن‌برگ (*R. obtusifolius*) از عمق بیشتر از هشت سانتی‌متر سبز نشدند. گیاهچه‌های حاصل از بذور درشت‌تر که دارای ذخایر کربوهیدراتی کافی

هستند می‌توانند از اعماق بیشتر سبز شوند (Baskin & Baskin, 1998). به عبارت دیگر گیاهچه‌های حاصل از بذور ریز علف-های هرز ساق‌ترشک و کوزه قلیانی که دارای ذخایر انرژی ناکافی هستند نمی‌توانند از عمق بیشتر از سه سانتی‌متر سبز شوند. کاهش جوانه‌زنی با افزایش عمق ممکن است به دلیل افزایش دی‌اکسیدکربن حاصل از فعالیت بیولوژیکی خاک و انتشار آهسته‌تر گازها، که رابطه عکس با عمق دفن دارد، باشد (Benvenuti & Macchia, 1995). کاهش نوسانات دمایی با افزایش عمق دفن می‌تواند دلیل دیگری برای کاهش سبز شدن علف‌های هرز از اعماق بیشتر باشد (Roberts & Totterdell, 1981).



شکل۵. تاثیر اعماق دفن بذور ساق‌ترشک و کوزه قلیانی بر ظهور گیاهچه در دمای ۲۵/۱۵ درجه‌سانتی‌گراد (روز/شب) با دوره نوری ۱۲ ساعت ۳۰ روز بعد از کشت؛ خط رسم شده نمایانگر مدل سیگموئیدی برازش داده شده به داده‌هاست.

Figure 5. Effect of burial depths of curly dock and cone catchfly seeds on seedling emergence in a growth chamber at 25/15 C day/night temperatures with a 12-h photoperiod for 30 days after planting; line represents the sigmoidal decay-curve model fitted to the data.

نکتهٔ قابل توجه این بود که گیاهچه‌های حاصل از بذور مستقر در سطح خاک که زیر سه لایه کاغذ صافی قرار داده شدند، در هر دو گیاه ساق‌ترشک و کوزه قلیانی به ترتیب ۱/۱۵± ۹۸ و ۲/۹± ۷٤/۷ درصد رویش داشتند، که این می‌تواند به دلیل تماس بهتر بذر با سطح خاک و حفظ رطوبت توسط کاغذ صافی باشد. می‌توان گفت که حفظ بقایا در سیستم‌های بدون خاک‌ورزی در سطح خاک سبز شدن این دو گونه علف‌هرز را ممکن است افزایش دهد. همچنین به نظر می‌رسد عملیات خاک‌ورزی که بتواند بذور این دو گونه را به عمق بیشتر از سه سانتی‌متر منتقل کند می‌تواند مانع سبز شدن گیاهچه‌های ساق‌ترشک و کوزه قلیانی شود.

در مجموع، گستره دمایی وسیع جوانه‌زنی این دو گونه علف-هرز در شرایط نور/تاریکی و تاریکی مداوم و توانایی جوانه-زنی آن‌ها در شوری‌های متوسط و پتانسیل اسمزی ۰/۸- مگاپاسکال و همچنین جوانه‌زنی در محدوده اسیدیته چهار تا ده، نشانگر توان بالای استقرار آن‌ها در اکثر مناطق کشور به خصوص مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد.

منابع

Arnon, D. I. and Johnson, C. M. 1942. Influence of hydrogen ion concentrations on the growth of higher plants under controlled conditions. Plant Physiol. 17: 525–539.

Baskin, J. M. and Baskin, C. C. 1985. Does seed dormancy play a role in the germination ecology of *Rumex crispus* L. ? Weed Sci. 33: 340-343.

Baskin, J. M. and Baskin, C. C. 1987. A contribution to the germination ecology of *Rumex crispus* L. Bulletin of the Torrey Botanical Club. 105: 278-281.

Baskin, C. C. and Baskin, J. M. 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evaluation of Dormancy and Germination. San Diego, CA, Academic. 666p

Benvenuti, S. and Macchia, M. 1995. Hypoxia effect on buried weed seed germination.Weed Res. 35: 343-351.

Benvenuti, S., Macchia, M. and Mieli, S. 2001. Light, temperature and burial depth effects on *Rumex obtusifolius* L. seed germination and emergence. Weed Res. 41: 177-186.

Bond, W., Davies, G. and Turher, R. J. 2007. The biology and non-chemical control of broad-leavedock (*Rumex obtusifolius* L.) and curled dock (*Rumex crispus* L.). [http: // www.garden organic. org. Uk/organicweeds].

Cavers, P. B. 1974. Germination polymorphism in *Rumex crispus* L. The effects of different storage conditions on germination responses of seeds collected from individual plants. Can. J. of Bot. 52: 575-583.

Cavers, P. B. and Harper, J. L. 1964. Biological flora of the British Isles: *Rumex obtusifolius* L. and *Rumex crispus* L. J. Ecol. 52: 733-766.

Chachalis, D. and Ready, K. N. 2000. Factors affecting *Campsis radicans* seed germination and seedling emergence. Weed Sci. 48: 212-216.

Chauhan, B. S. and Johnson, D. E. 2008. Seed germination and seedling emergence of giant sensitiveplant (*Mimosa invisa*). Weed Sci. 56: 244-248.

Chauhan, B. S. and Johnson, D. E. 2009. seed germination and seedling emergence of synedrella (*Synedrella nodiflora* .) in a tropical environment. Weed Sci. 57: 36-42.

Chauhan, B. S., Gill, G. and Preston, C. 2006a. Factors affecting seed germination of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus*) in southern Australia. Weed Sci. 54: 854–860.

Chauhan, B. S., Gill, G. and Preston, C. 2006b. Factors affecting seed germination of three horn bedstraw (*Galium tricornutum*).Weed Sci. 54: 471-477.

Cheam, A. H. and Code, G. R. 1995. The biology of Australian weeds, 24*: Raphanus raphanistrum* L. Plant Prot. Q. 10: 2-13.

Ebrahimi, E., Eslami, S. V., Mahmoodi, S. and Jami Al-Ahmadi, M. 2009. Factors affecting *Ceratocarpus arenarius* L. (Bluk.) seed germination and seedling emergence. Weed Res Journal, (Islamic Azad University Karaj, Iran) 2: 25-36. .(In Persian with English summary).

Hongo, A. 1989. Survival and growth of seedling of *Rumex obtosifolius* L. and *Rumex crispus* L. in newly sown grassland. Weed Res. 29: 7-12.

Koger, C. H., Reddy, K. N. and Poston, D. H. 2004. Factors affecting seed germination, seedling emergence, and survival of texasweed (*Caperonia palustris*).Weed Sci. 52: 989-995.

Le Deunff, Y. and Chaussant, R. 1968. Etud de la dormance secondaire des semences chez R. C L. Ann. Physiol. 10 : 227-236.

Mennan, H. and Ngouajio, M. 2006. Seasonal cycles in germination and seedling emergence of summer and winter populations of catchweed bedstraw (*Galium aparine*) and wild mustard (*Brassica kaber*). Weed Sci. 54: 114-120.

Miller, R. W. and. Donahue, R. L. eds. 2004. Soil water properties. Pages 62–97 in Soils in Our Environment. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

Monaco, T. J. and Cumbo, E. L. 1972. Growth and development of curly dock and broadleafdock. Weed Sci. 20: 64-67.

Nasir, E. and Ali, S. I. 1986. Flora of Pakistan, Fakhri Printing Press, No. 175, P. 56.

Noronha, A., Andersson, L. and Milberg, P. 1997. Rate of change in dormancy level and Light requirement in weed seeds during stratification. Annal. Bot. 800: 795-801.

Pay, A. 2008. Ecological studies of *Rumex crispus* L. propagation, competition and demography.

Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. Pp43.

Rashed Mohassel, M. H., Najafi, H. and Akbarzadeh, M. D. 2009. Weed biology and control. Ferdowsi University of Mashhad Press, Second Edition, Pp404.(In Persian with English summary)

Roberts, E. H. and Totterdell, S. 1981. Seed dormancy in *Rumex* species in response to environmental factors. Plant Cell Environ. 4: 97-106.

Rollin, P. 1972. Phytochrome control of seed germination. Pages 229–257 in K. Mitrakos and W. Shropshire Jr., eds. Phytochrome. New York: Academic.

Samimy, C. and Khan, A. A. 1983. Secondary dormancy, growth- regulator effects, and embryo growth potential in curly dock (*Rumex crispus*) seeds. Weed Sci. 31:153-158.

Shimi, P. and Termah, F. 2006. Atlas of important weeds of Iran. Iranian Plant Protection Research Institute Press. Pp152.(In Persian with English summary)

Tanji, K. K. and Kielen, N. C. 2002. Agricultural Drainge Water Mnaagement in Arid and Semi-Arid Areas. Fao Irrigation and Drainage Papper 61. Rome Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 202p.

Teuton, T. C., Brecke, B. J., Unruh, J. B., Mac Donald, G. E., Miller, G. L. and Ducar, J. T. 2004. Factors affecting seed germination of tropical signalgrass (*Urochloa subquadripara)*. Weed Sci. 25: 376-381.

Wang, J., Ferrell, J., MacDonald, G. and Sellers, B. 2009. Factors affecting seed germination of cadillo (*Urena lobata*). Weed Sci. 57: 31-35.

Weaver, S. E. and Cavers, P. B. 1979. The effects of date of emergence and emergence order on seedling survival rates in *Rumex crispus* L. and *Rumex obtusifolius* L. Can. J. Bot. 57: 730-738.

Zaller, J. G. 2004. Ecology and non-chemical control of *Rumex crispus* L. and *Rumex obtusifolius* L. (Polygonaceae) a review Weed Res. 44: 414-432.

Studying the Ecology of Seed Germination and Seedling Emergence of Curly dock (*Rumex crispus* L.) and Cone Catchfly (*Silene conoidea* L.)

Esmail Ebrahimi[1] ,Seyed V. Eslami[2], Ebadollah Moayedi Shahraki[1]

MSc student of weed science, faculty of Agriculture, Birjand University2-Assistant Professor, faculty of Agriculture, Birjand University

Abstract

(*Rumex crispus*) and cone catchfly (*Silene conoidea*), experiments were conducted based on RCBD with 3 replications at Research Laboratory of Faculty of Agriculture, Birjand University during autumn 2009 and winter 2010. Experimental treatments were light (Light/Dark and continuous dark), alternating day/night temperatures (10/5, 20/10, 25/15, 30/20 and 35/25 C), salinity stress (0 (Control), 10, 20, 40, 80, 160, 320 and 640 mM), drought stress (0 (Control), -0.1, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 and -1 MPa), pH (4 to 10) and sowing depth (0 to 4 cm). Results showed that seed germination of Curly dock was unaffected by either light/dark or continuous darkness conditions. Greater than 85% of curly duck seeds germinated over a broad range of alternating day/night tested temperatures under light/dark and continuous dark regimes and its germination completely ceased at 10/5 C. Cone catchfly seeds germinated greater than 70% at alternating temperature regimes equal to or lower than 25/15 C under light/dark and continuous dark regimes, but its germinability was remarkably reduced at temperature regimes warmer than 25/15 C, especially under light/dark conditions. Curly dock and Cone catchfly seeds germinated greater than 85% until the salinity level of 160 mM (NaCl), while their germination percentage at osmotic potential of -0.8 MPa were 60 and 90%, respectively. The average germinability of curly dock and cone catchfly seeds over a pH range of 4 to 10 was 90%. Seed burial significantly reduced curly dock and cone catchfly seedling emergence, so that no seedling emerged from a soil depth deeper than 3 cm and the greatest seedling emergence of curly dock and cone catchfly (98 and 74.7%, respectively) was occurred for seeds placed on the soil surface under 3 layers of filter paper.

Keywords: Emergence, Salinity, Drought, Acidity, Sowing depth.